

УДК: 574.2:53.082.9:550.837.3

## ВПЛИВ ПОСТІЙНОГО МАГНІТНОГО ПОЛЯ НА ЖИТТЄДІЯЛЬНІСТЬ МІКРООРГАНІЗМІВ

**І. Р. Киселюк, Н. П. Кашуба**

студенти 4 курсу, група BiB-42, навчально-науковий інститут водного господарства та  
природооблаштування

Науковий керівник – к.т.н., доцент О. М. Квартенко

*Національний університет водного господарства та природокористування,  
м. Рівне, Україна*

**В статті розглянуто реакцію переміщення бактерій в магнітному середовищі. Досліджено вирощування залізобактерій в лабораторних умовах.**

**Ключові слова:** магнітне поле, бактерії, мікроорганізми.

**В статье рассмотрены реакцию перемещения бактерий в магнитной среде. Исследованы выращивание железобактерий в лабораторных условиях.**

**Ключевые слова:** магнитное поле, бактерии микроорганизмы.

**The article deals with the reaction of bacteria moving in a magnetic medium. Iron bacteria cultivation in the laboratory is investigated.**

**Keywords:** magnetic field, bacteria, microorganisms.

Оскільки наша планета Земля являє собою величезний магніт, то і все, що на ній народжується, розвивається в постійному магнітному полі, пристосовуючись до певних циклічних змін. Накопичено достатньо фактів, які говорять про те, що постійне магнітне поле нашої планети, його ритміка надає різнобічну вплив на життя тваринного і рослинного світу. Магнітне поле здатне як гальмувати, так і розвивати розвиток живих організмів. Ботаніки встановили сприйнятливості рослин до магнітних полів. Сильне магнітне поле впливає на ріст рослин. Реакція клітин на геомагнітне поле безперервно змінюється, причому рослини реагують не тільки на зміну величини поля, а й на його напрямок. Така сприйнятливості живих організмів до зміни магнітних полів Землі пов'язана, мабуть, з фізико-хімічними особливостями протоплазми живих клітин.

Так, наприклад, бактерії з морських відкладень швидко мігрують в локальному геомагнітному полі. Якщо пересувати невеликі магніти поблизу бактерій, напрямок руху останніх негайно змінюється. Бактерії реагують на слабкі поля порядку 0,5 Гс. Шляхом зміни конфігурації магнітних полів було показано, що рух бактерій, здійснюється за допомогою джгутиків, направляється магнітним полем Землі.

Реакція переміщення бактерій в магнітному полі називається магнітотаксисом. Магнітотаксис проявляють і бактерії іншої групи, присутні в прісноводних донних опадах. Їх клітини містять кристали заліза розміром 100x150 нм, в середньому по 22 кристала в одній клітці; ваговий вміст заліза в їх сухій речовині становить 1,5%. За даними спектроскопії, внутрішньоклітинне залізо являє собою магнетит.

Для вирощування бактерій в лабораторних умовах, дослідження їх різноманітних властивостей, тривалого зберігання використовують живильні середовища. Вони повинні відповідати певним стандартам, створюючи оптимальні умови для росту, розмноження й життєдіяльності мікроорганізмів. В першу чергу бактерії потребують азоту, вуглецю та водню для побудови власних білків. Середовища повинні бути збалансованими за

мікроелементним складом і містити іони заліза, міді, марганцю, цинку, кальцію, натрію, калію, мати у своєму складі неорганічні фосфати. Як відомо, для біологічного знезалізнення підземних вод використовуються залізобактерії, в роботі [1] досліджується вплив постійного магнітного поля на їх розвиток.

Результати досліджень (рис. 1) показали, що найбільший приріст колоній мікроорганізмів спостерігався в пробі, що зазнала впливу ПМП невеликої напруженості  $B = 5-15$  мТл ( $N = 455$  колоній).

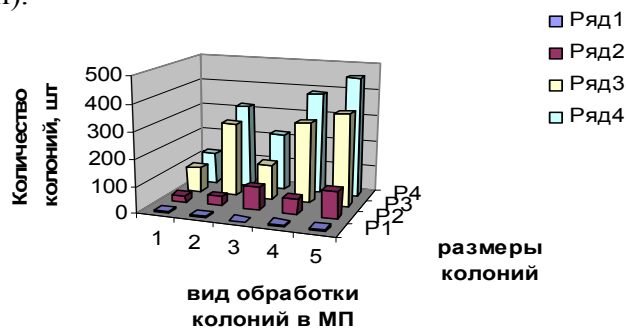


Рис. 1. Вплив ПМП різної інтенсивності на приріст колоній мікроорганізмів

Вплив ПМП напруженістю  $B = 25-35$  мТл (досліди 2 і 3), кілька загальмовує ріст колоній мікроорганізмів (відповідно  $N = 320$  і  $219$  колоній). Вплив ПМП одночасно з посиленою аерацією помітно знижував ріст колоній (до  $N = 121$ ), що приблизно в 4 рази менше ніж при обробці води в слабкому магнітному полі. При цьому спостерігалось зниження окисленості води з  $6,5$  мгО/л до  $4,7$  мгО/л. На діаграмі (рис. 2) наведені дані, що характеризують вплив більш сильного магнітного поля з  $B = 190 \dots 290$  мТл.

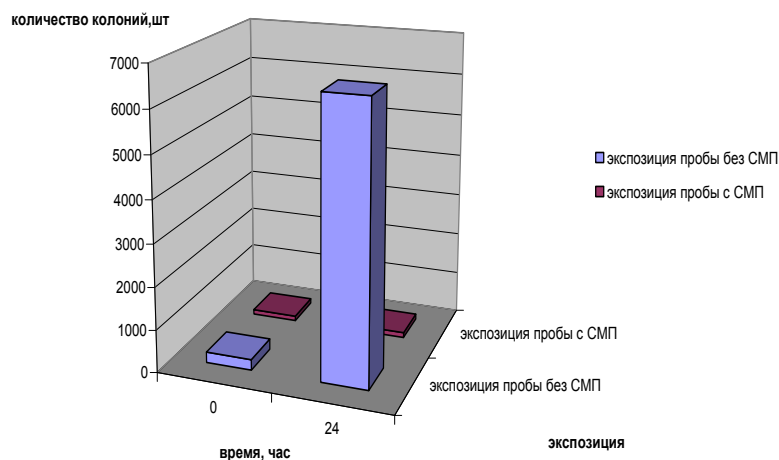


Рис. 2. Вплив сильного магнітного поля інтенсивністю  $B = 190-290$  мТл на розвиток колоній мікроорганізмів

З розгляду отриманих даних видно, що в пробі вихідної води, яка знаходиться без впливу сильного магнітного поля кількість колоній мікроорганізмів склало в початковий момент 250 колоній, а через 24 години – 6500 одиниць. Тоді як у такій же пробі, але зазнала впливу силових ліній  $B = 190 \dots 290$  мТл, кількість колоній мікроорганізмів склало відповідно 112 і 124 одиниць. Таким чином, вплив сильного магнітного поля  $B = 200 \dots 300$  мТл дає можливість знизити кількість колоній в оброблюваній воді від 2,0 до 50 разів, що говорить про придушення активності мікроорганізмів у часі, і можливості розгляду такого впливу як своєрідного часткового знезараження оброблюваної води.

Отримані дані можливо пояснити наступним чином, відомо [1,2], що оболонка бактерії має виборчої провідністю для деяких іонів ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Cl^-$ ). При цьому сила струму у відповідних іонних каналах досягає величини [4].

$$I = 2 \cdot 10^{-14} \text{ А} \quad (1)$$

Якщо радіус іонного каналу прийняти рівним, то магнітна індукція в каналі оцінюється як

$$B_{\text{кан}} = \frac{2 \cdot I}{c \cdot r_0} = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ Тл}, \quad (2)$$

де,  $C$  – концентрація молекул солі в бактерії становить згідно [2]  $C = 0,1 N_A l^{-1} = 0,6 \cdot 10^{20} \text{ см}^{-3}$ , що цілком порівнянно з індукцією зовнішнього магнітного поля  $B_0$ . Таким чином, струми, що протікають в оболонці бактерії, цілком можуть під дією магнітного поля значно змінитися (або навіть поміняти свій напрямок), що призведе до односторонньої проникності оболонки. В результаті відомий механізм регуляції осмотичного тиску в бактерії виявиться порушеним, що призведе до посиленого надходженню води всередину бактерії і осмотичний тиск розірве її. Величина осмотичного тиску визначається відомим виразом [2].

$$p_{\text{осм}} = 22,4 \cdot m, \text{ атм}, \quad (3)$$

де  $m$  – молярність надлишкових речовин усередині бактерії в порівнянні з навколишнім середовищем, таким чином, для  $m = 0,1$  н. маємо  $p_{\text{осм}} = 2,2 \text{ атм} = 220 \text{ кПа}$ , що значно перевищує той надлишковий осмотичний тиск  $\Delta p$ , який необхідний для розриву клітини бактерії.

$$\Delta p = \frac{F_{\text{разр}}}{\pi \cdot a^2} \approx 4 \text{ кПа}, \quad (4)$$

де  $a$  – піввісь еліпсоїдальної форми бактерії,  $a = 0,5 \text{ мкм}$ ;  $F_{\text{разр}}$  – сила необхідна для розриву оболонки клітини. Згідно [3], потрібна сила  $F_{\text{разр}} = k \cdot \Delta l$ , де  $\Delta l \approx 8 \text{ нм}$  – товщина оболонки бактерії.

Проведена фотозйомка (рис. 3) за допомогою апарату з високою роздільною здатністю дає наочне підтвердження проведених досліджень. Поверхня середовища (чашка Петрі 1) відносно рівна, колонії розміщені рівномірно по площі чашки. У глибині середовища видно малі не пророслі колонії. На 4-му середовищі колонії рівномірно заповнили всю площу чашки Петрі. Спостерігається множина не пророслих колоній. Поверхня злегка горбиста, за великого числа дрібних і середніх колоній.

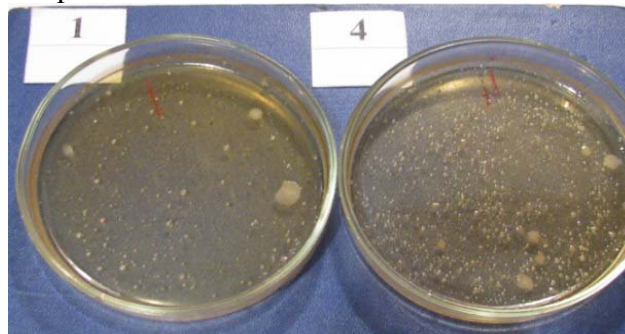


Рис. 3. Результати порівняльних досліджень процесу впливу ПМП різної напруги на ріст колоній мікроорганізмів

#### Список використаних джерел:

1. Квартенко А. Н. Основы современной теории воздействия постоянного магнитного поля на изменения структуры воды и проницаемости клеточных мембран // Вісник НУВГП. Збірник наукових праць. Випуск 1 (45). – с. 104-115.
2. Schulte, J. Wasser-Cluster - Struktur und Information, Acta Medica Empirica, 39(7), 418-423, (1990).
3. Волькенштейн М. В. Молекулы и жизнь. – М. : Наука, 1965. – 504 с.
4. Никифорова Л. О. О механизме обеззараживающего действия магнитного поля / Никифорова Л. О., Рыбаков Ю. П., Шикин Г. Н. // Весник РУДН, серия Физика. – 2001. – № 9, Випуск 1. – С. 62-63.